

Comment l'Homme par les observations et les techniques nouvelles fait il évoluer la biodiversité végétale ?

### Atelier 3 : les biotechnologies au service des agronomes

Grâce à sa maîtrise des biotechnologies, l'agronome cherche à modifier intentionnellement le génome des plantes d'intérêt. A l'aide de l'ensemble documentaire proposé, construire une démarche d'investigation qui étudie ces différentes techniques.

**Problématique** : Par ses connaissances en biotechnologies, l'Homme intervient directement sur le génome des espèces végétales d'interêt.

**Consigne** : Votre travail écrit sous la forme de votre choix présentera l'exemple de plante ou variété étudiée, le principe de la biotechnologie, ses avantages et ses limites. Ce sera le support d'un commentaire oral lors de la présentation à vos camarades qui ont travaillé sur les deux autres ateliers

Lors de la remise en commun des différents ateliers vous complèterez votre étude à partir des présentations de vos camarades. Puis vous résumerez dans un organigramme toutes les mises en relation entre les idées importantes du chapitre.

## Ressource T : les tomates, Plantes Génétiquement Modifiées

C'est la culture la plus importante après celle de la pomme de terre, les firmes agroalimentaires ont donc une recherche très active pour créer la meilleure tomate : Les tomates Flavr-Savr ont été la première denrée génétiquement modifiée que les consommateurs ont pu acheter (commercialisée aux Etats-Unis en 1994). Elle est génétiquement modifiée pour rester ferme et fraîche pendant une longue durée car la maîtrise du processus de ramollissement de ce fruit charnu revêt une importance commerciale considérable. En effet, la récolte est retardée : comme les tomates peuvent rester fraîches plus longtemps il est possible de les laisser mûrir au soleil avant de les ramasser. La saveur en est augmentée. Les producteurs peuvent effectuer la récolte de toutes les tomates simultanément. Le transport de ces fruits mûrs peut se faire sans dommages plus longtemps. Cela évite d'avoir à ramasser les tomates quand elles sont encore vertes pour qu'elles puissent supporter le voyage et enfin lors de leur commercialisation, on évite leur pourrissement par l'installation de divers champignons. Depuis cette première tomate, les autres lignées de tomates OGM présentent de nombreuses autres propriétés qui améliorent les qualités gustatives du fruit (couleur, forme, saveur : teneur en sucres, diminution d'acidité..) sa résistance aux agents pathogènes et sa productivité en améliorant sa résistance aux stress

*D'après un sujet de bac et La transgénèse végétale - Elsevier Eds*

On étudie deux variétés de tomates qui deviennent rouges au cours de leur maturation. Des mesures de fermeté sont effectuées sur les fruits fraîchement cueillis. La fermeté a été évaluée à l'aide d'un appareil qui mesure la force (en Newton) nécessaire pour introduire une sonde de 2 mm dans le péricarpe.

### Comparaison de fermeté entre tomate non transgénique et tomate transgénique :

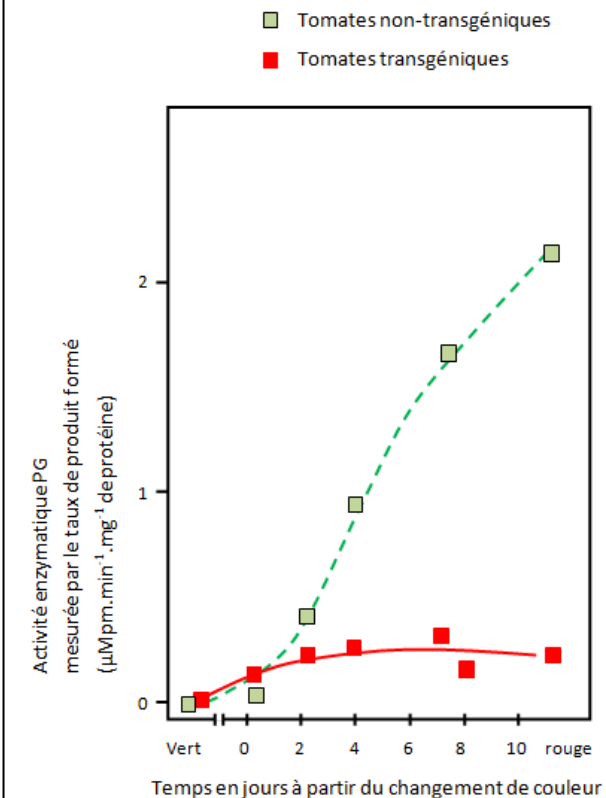
Stade de maturité de la tomate	Tomate témoin	Tomate génétiquement modifiée
Tomate verte	$348.10^{-3}$	$355.10^{-3}$
Tomate rouge pâle	$277.10^{-3}$	$272.10^{-3}$
Tomate rouge ferme	$183.10^{-3}$	$244.10^{-3}$
Tomate rouge mûre	$73.10^{-3}$	$98.10^{-3}$

Au cours de la maturation des fruits et du ramollissement de leur péricarpe (= paroi), certaines enzymes, les polygalacturonases (PG) sont synthétisées.

On connaît par ailleurs des mutants d'espèces variées dont les fruits ne ramollissent pas. Ceux-ci possèdent très peu d'enzymes PG.

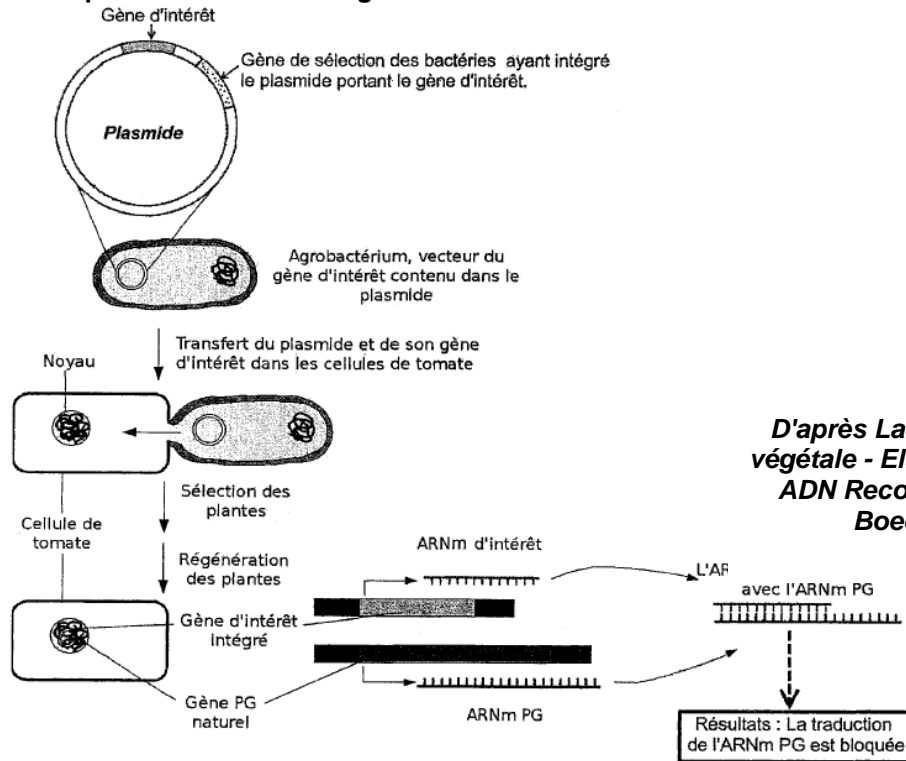
In vitro, il est possible de ramollir des fragments de fruits non mûrs par ajout de PG

### Mesure de l'activité enzymatique PG chez la tomate



## Ressource G : la transgénèse

### les étapes du transfert d'un gène dans les cellules de tomates



Lors du processus de transgénèse, on associe au gène d'intérêt un autre gène transféré en même temps dans les cellules de tomates : un gène de résistance à un antibiotique. Puis le repiquage se fait dans un milieu avec cet antibiotique : seuls les plants résistants ayant intégré le gène de transfert qui s'exprime, pourront se développer on a ainsi une sélection des plants de tomates devenus OGM ayant intégré le gène d'intérêt.

Cette méthode présente un risque potentiel : les premières tomates OGM contiennent donc des gènes qui les rendent résistantes aux antibiotiques. Les médecins et les vétérinaires utilisent des antibiotiques pour combattre les infections. On peut craindre une dispersion de ces gènes : si les gènes transplantés se propagent chez les hommes et les animaux, cela pourrait signifier que les médecins auront des difficultés à lutter contre les maladies infectieuses, car le gène de résistance se sera propagé.

## Ressource D : Les OGM, objet de débat :

Compte tenu des coûts de recherche et de développement du génie génétique (ensemble des biotechnologies appliquées à la génétique), les firmes ont réclamé que les produits obtenus puissent être protégés par brevet, comme pour les autres inventions de l'industrie. Les entreprises les plus importantes risquent ainsi de s'approprier une part croissante du matériel génétique, ce qui pourrait freiner la création de nouvelles variétés par d'autres firmes et créer un monopole préjudiciable à la communauté scientifique. En effet, une recherche indépendante sur une plante brevetée devient difficile : « *Aucune recherche ne peut être légalement conduite pour répondre aux nombreuses critiques impliquant ces plantes génétiquement modifiées (PGM)* » : en 2009, aux USA, l'Agence de protection de l'environnement (EPA) a été informée que 26 entomologistes (spécialistes des invertébrés insectes) n'ont pas pu avoir accès aux semences de PGM commercialisées, nécessaires à leur recherche. Aux États-Unis, les brevets sur des gènes ou des plantes obligent les chercheurs universitaires à solliciter les entreprises qui les détiennent !

En outre, pour le monde agricole, le dépôt de brevet associé aux cultures transgéniques modifie les rapports de force : si une plante est brevetée, cela signifie qu'il est interdit de garder une partie de la récolte pour en faire la semence de l'année suivante, et il est impossible de s'échanger des semences. Or l'échange entre agriculteurs est ce qui a engendré une grande agrobiodiversité, avec des semences adaptées aux terroirs. Autrement dit, le brevet entraîne un appauvrissement de la biodiversité cultivée.

## Ressource R : le riz doré, un riz Génétiquement Modifié : source sujet de bac

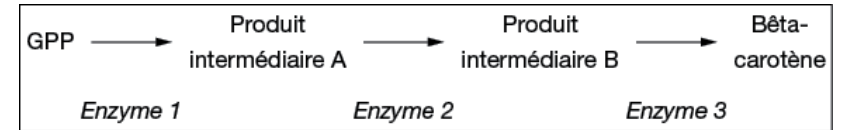


*Photographie du riz doré*

D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la carence\* en vitamine A concernant 100 et 200 millions d'enfants, est responsable de graves troubles oculaires, de cécité infantile et du décès de plus d'un million d'enfants chaque année. Des chercheurs ont donc travaillé sur l'enrichissement en vitamine A (ou en précurseurs de vitamine A) de certains aliments de base comme le riz.

Le bêta-carotène qui, une fois assimilé dans le corps humain se transforme en vitamine A, existe naturellement dans l'enveloppe du riz mais pas dans sa partie comestible c'est-à-dire l'albumen. L'enveloppe du riz étant éliminée de manière à améliorer sa conservation, les grains consommés ne contiennent plus de bêta-carotène.

Par l'introduction de trois transgènes codant la synthèse d'enzymes impliquées dans la chaîne de biosynthèse du bêta-carotène dans le riz, des chercheurs allemands ont réussi à restaurer dans l'albumen une voie de biosynthèse du bêta-carotène à partir de son précurseur : le GPP. Les deux gènes de Jonquille permettent la fabrication des enzymes 1 et 2 et un gène de Bactérie permet la fabrication de l'enzyme 3. Le bêta carotène alors synthétisé colore les grains en jaune, d'où le surnom de "riz doré" à ce riz transgénique GR1.



**La chaîne de biosynthèse du bêta carotène**

### Une longue élaboration

On a élaboré un « riz doré GR2 » dont les teneurs bêta carotène sont 23 fois supérieures au premier riz OGM. Cependant les teneurs de vitamine A obtenues jusqu'à présent dans ce riz doré ne fourniraient pas aux populations démunies en vitamine A, les quantités de bêta carotène qui leur seraient nécessaires (il faudrait en ingurgiter des quantités impressionnantes !) Seulement les effets de carences plus ou moins prononcés pourraient être sensiblement allégés par ce riz riche en bêta carotène.

Le GPP, naturellement présent dans le Riz, permet à la cellule de fabriquer un certain nombre de molécules dont la vitamine E, des chlorophylles, et de l'acide gibbérellique (substance favorisant la croissance végétale). La fraction du GPP, qui dans le Riz doré sera utilisée pour fabriquer du bêta carotène, ne sera plus disponible pour la synthèse des autres molécules dont il est également le précurseur. Autrement dit, il est probable que le Riz doré, qui fabrique du bêta-carotène, fabrique moins de vitamine E, et que les rendements obtenus avec ce riz transgénique soient nettement diminués en raison d'une synthèse amoindrie de chlorophylles et d'acide gibbérellique.

Les riz GR21 et GR2 ont en effet été obtenus à partir du cultivar Japonica, très apprécié des scientifiques, mais pas des agriculteurs. L'étape suivante consiste donc à croiser cette lignée avec des lignées effectivement cultivées en Asie et en Afrique. Le premier essai utilisant la variété Indica (IR664), très répandue en Asie démarre dès avril 2008. En 2014, cette plante OGM n'a pas encore été commercialisée.

**FIN DES DOC DE L 'ATELIER**

**PROCHAINE PAGE EXEMPLE DE TRAVAIL ELEVE ATTENDU**

### Atelier 3 : les biotechnologies au service des agronomes

Ressource	Exemple étudié	Principe	avantages	inconvénients
T	tomates	Maitriser le processus de ramollissement Rendre tomate + ferme en provoquant faible activité des PG	Meilleure conservation dans le temps Meilleure saveur Moins de perte lors du transport et en rayons  Mais aussi amélioration d'autres qualités, résistance patho et meilleure prod / stress	??
G	Cas général	Insertion d'un gène d'intérêt + gène de résistance à un antibio dans <i>Agrobacterium</i> Transfert d' <i>Agrobacterium</i> dans cellule de tomate, puis régénération plante entière ARNm du plasmide s'hybride avec ARNm des PG	Gène résistance antibio permet de sélectionner plants ayant intégré gène d'intérêt traduction des PG bloquée d'où + ferme	Risque de dispersion du gène de résistance à l'antibio
D	Cas général	Dépôt de brevets	Protéger les découvertes (car fort coût)	Monopole des grosses firmes Moins de création de nouvelles variétés Dépendance des agriculteurs pour leurs semences Biodiversité cultivée amoindrie
R	Riz doré	Introduction de 3 transgènes codant synthèse d'enzymes nécessaires à synthèse bétacarotène	Permet de diminuer carences extrêmes en vit A	Nécessité d'en manger bcp ; peu efficace Moins de vit E, de chl et d'ac gibb fabriqué. Donc baisse productivité Obtention riz transgénique très long ds le temps

